

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-222944

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月21日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 1 1 B 21/10

G 1 1 B 21/10

L

W

// G 1 1 B 5/596

5/596

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-180167

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月4日

(31) 優先権主張番号 特願平8-321992

(32) 優先日 平8(1996)12月2日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6丁目7番35号

(72) 発明者 永野 信広

東京都品川区北品川 6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 内山 浩

東京都品川区北品川 6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

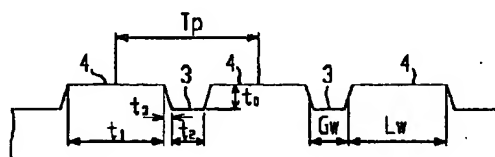
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体及び磁気記録再生装置並びにディスク成型用金型の作製方法

(57) 【要約】

【課題】 サーボ信号に対応したビットが形成されるとともに、記録トラックに沿ってグループが形成された磁気記録媒体として、記録再生時に磁気ヘッドの浮上量変動が少なく済み、オフトラック特性に優れた磁気記録媒体を提供する。

【解決手段】 サーボ信号に対応した凹凸が形成されるとともに、記録トラックに沿ってグループ3が形成された磁気記録媒体において、グループ3とグループ3の間の凸部であるランド4の幅Lwと、グループ3の幅Gwとの比Lw/Gwを2.0以上とする。



3:グループ
4:ランド

【特許請求の範囲】

【請求項1】 サーボ信号に対応した凹凸が形成されるとともに、記録トラックに沿ってグループが形成された磁気記録媒体において、

グループとグループの間の凸部であるランドの幅 L_w と、グループの幅 G_w との比 L_w/G_w が2.0以上であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】 トラックピッチを T_p とし、上記ランドと上記グループの境界における斜面部分の幅を t としたとき、

$$L_w/G_w \leq (4/5 \times T_p + t) / (1/5 \times T_p - t)$$

であることを特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体。

【請求項3】 上記比 L_w/G_w が7.26以下であることを特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体。

【請求項4】 上記グループと上記ランドの段差が100nm以上であることを特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体。

【請求項5】 上記ランドと上記グループの境界における斜面部分と、上記ランドとのなす角度が 90° 以上、 105° 以下であることを特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体。

【請求項6】 記録トラックに沿ってグループが形成された磁気記録媒体に対して磁気記録を行う記録用磁気ヘッドを備え、

上記記録用磁気ヘッドのトラック幅 T が、グループとグループの間の凸部であるランドの幅 L_w 以上であり、トラックピッチ T_p とグループの幅 G_w の合計以下であることを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項7】 上記ランドの幅を L_w 、上記グループの幅を G_w 、上記トラックピッチを T_p 、磁気記録時のサーボエラーマージンを E_m としたとき、上記記録用磁気ヘッドのトラック幅 T が、

$$L_w + E_m \times 2 \leq T \leq T_p + G_w - E_m \times 2$$

であることを特徴とする請求項6記載の磁気記録再生装置。

【請求項8】 基材と基材上に形成された金属膜とからなるディスク成型用金型を作製するに際し、

基材上に金属材料を被着して金属膜を形成する金属膜形成工程と、

上記金属膜形成工程で形成された上記金属膜上にフォトレジストを塗布し、フォトレジストを所定のパターンに応じて露光および現像することにより、ビット及び/又はグループ相当部だけを残したレジストパターンを形成するカッティング工程と、

上記カッティング工程で残された上記フォトレジストをマスクとして、上記金属膜に反応性イオンエッチングを施し、上記金属膜のうち上記フォトレジストの上記ビット及び/又はグループ相当部と対応する部分を凸状に形成してディスク成型用金型とするエッチング工程と、

を備えることを特徴とするディスク成型用金型の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、トラッキング制御用の案内溝であるグループが形成された磁気記録媒体に関するとともに、そのような磁気記録媒体に対して記録再生を行う磁気記録再生装置に関する。また、磁気記録媒体の基板の原盤であるディスク成型用金型の作製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気記録媒体の分野において、更なる高記録密度化を図るために、サーボ信号に対応したビットを予め形成した磁気記録媒体の開発が進められている。ここで、サーボ信号に対応したビットとは、サーボ信号に応じて磁気記録媒体の基板成型時に予め形成される凹凸のことである。

【0003】このようなビットが形成された磁気記録媒体では、記録再生に使用する前に、それらの凹部と凸部とで極性が逆となるように着磁し、これにより、サーボ信号を書き込む。このようなビットは非常に微細に精度良く形成することが容易にできるので、このようにサーボ信号に応じたビットを予め基板に形成しておくことにより、サーボ信号を非常に精度良く書き込むことが可能となる。すなわち、記録トラックに対してサーボ信号を非常に正確な位置に書き込むことが可能となり、その結果、従来の磁気記録媒体に比べて容易に高密度記録化を図ることが可能となる。なお、以下の説明では、このようなサーボ信号が書き込まれる領域のことをサーボゾーンと称する。

【0004】このようなビットが形成された磁気記録媒体では、通常、記録トラックに沿ってグループが形成される。ここで、グループとは、記録トラックに沿って形成される溝状の凹部のことであり、サーボゾーン以外の領域に形成される。すなわち、グループは、記録トラックのうち、ユーザによってデータの記録再生がなされる領域に沿って形成される。そして、グループとグループの間の凸部はランドと呼ばれており、ユーザによって記録再生されるデータは、主にランドの部分に記録される。なお、以下の説明では、このようなグループが形成され、ユーザによってデータの記録再生がなされる領域のことをデータゾーンと称する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】磁気記録媒体に対して磁気ヘッドを用いて記録再生する際は、磁気記録媒体上に磁気ヘッドを配して、磁気記録媒体を高速に回転させる。このとき、磁気ヘッドは、回転によって生じる空気の流れの影響により、僅かに浮上する。そして、磁気記録媒体に対して安定に記録再生を行うためには、この浮上量を一定にすることが望まれる。

【0006】しかしながら、上述のようにビットやグループが形成された磁気記録媒体では、媒体表面に凹凸があるため、磁気ヘッドの浮上量を一定とすることは困難である。特に、サーボゾーンとデータゾーンを有する磁気記録媒体では、ビットが形成された領域であるサーボゾーンにおける凸部と凹部の比率と、グループが形成された領域であるデータゾーンにおける凸部と凹部の比率とが異なるため、サーボゾーン上における磁気ヘッドの浮上量と、データゾーン上における磁気ヘッドの浮上量とは異なるものとなる。

【0007】ここで、ビットの高さは、従来のハードディスク装置等において記録媒体上に形成されているテクスチャーの高さと同等かそれ以上であり、また、ビットの大きさも、数 μm 程度であり、テクスチャーと同等程度である。したがって、ビットが形成された領域であるサーボゾーンにおける凸部と凹部の比率と、グループが形成された領域であるデータゾーンにおける凸部と凹部の比率とが異なるような磁気記録媒体は、テクスチャーが不均一に形成されたような状態となる。

【0008】この結果、上述のように、サーボゾーン上における磁気ヘッドの浮上量と、データゾーン上における磁気ヘッドの浮上量とが異なるものとなり、記録再生時に磁気ヘッドの浮上量に変動が生じ、安定した記録再生を行なうことが難しくなる。このような問題は、ビットが予め形成された磁気記録媒体に固有の問題であり、全面にわたって平面とされた磁気記録媒体では起こり得ないことである。すなわち、ビットやグループを予め形成しておくような磁気記録媒体においては、磁気ヘッドの浮上量変動を抑えることが大きな課題となっている。

【0009】そして、グループを形成してデータゾーンに凹凸を付けたような磁気ヘッドでは、凹凸の影響によって磁気ヘッドの浮上量に変化し、これにより、オフトラック特性も大きく変化する。このことは、凹部であるグループの部分では、磁気ヘッドとの距離が大きくなり、出力が小さくなることから容易に想像できる。したがって、グループを形成してデータゾーンに凹凸を付けたような磁気ヘッドでは、グループの影響によってオフトラックマージンが少なくなってしまうのを防ぐ必要がある。

【0010】本発明は、以上のような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、サーボ信号に対応したビットが形成されるとともに、記録トラックに沿ってグループが形成された磁気記録媒体であって、記録再生時に磁気ヘッドの浮上量変動が少なく済み、オフトラック特性に優れた磁気記録媒体を提供すること、並びに、そのような磁気記録媒体に対して記録再生を行う際に好適な磁気記録再生装置を提供することを目的としている。また、上述のような磁気記録媒体の基板を作製する際に好適なディスク成型用金型の作製方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】浮上する磁気ヘッドによって磁気記録媒体に対してデータを記録再生する際、その記録再生特性と、磁気ヘッドの浮上量との関係は、計算によって求めることができる。例えば、Williams-Comstockらによる“An Analytical Model of the Write Process in Digital Magnetic Recording” 17th Annu. AIP Conf. Proc. Part 1, 738-742, 1990に記載されているように、浮上する磁気ヘッドによって磁気記録媒体に対してデータを記録する際のスペーシング量、すなわち磁気ヘッドと磁気記録媒体との間の距離に基づいて、磁気記録媒体の磁化の遷移幅を計算することが可能であり、これから、記録された信号を再生したときの出力を推定することができる。

10

【0012】すなわち、このような計算により、ビットやグループが形成されたような磁気記録媒体であっても、磁気記録媒体上の任意の場所から得られる再生信号の出力の大きさを知ることが可能である。したがって、例えば、新規にデータを記録したトラックからの再生信号と、ノイズとなる信号との比を求めることができる。ここで、ノイズとなる信号とは、例えば、新規にデータを記録したトラックに隣接したトラックからの信号や、データを記録したトラックに残存している古いデータに起因する信号等である。そして、本発明者は、このような計算により、ビットやグループが形成された磁気記録媒体に関し、再生信号とノイズの比と、ビットやグループの形状との関係等についての検討を行った。

20

【0013】ところで、磁気記録媒体から得られる再生信号の出力は、当然の事ながら、凸状の部分からの出力が最も大きく、次いで、凸状の部分と凹状の部分との間の段差部分からの出力が大きく、凹状の部分からの出力が最も小さくなるが、記録再生特性を調べる際には、このような各部分から得られる出力の大小を考慮するだけでなく、当該再生出力がデータ再生可能な適正な信号となっているかを吟味する必要がある。そこで、本発明者は、後述するように、ビットやグループの形状の異なる複数の磁気記録媒体を作製して、実際にそれらのビットエラーレートを測定し、ビットエラーレートが十分に小さくなる条件を調べた。

30

【0014】以上のような検討の結果、本発明者は、ビットやグループが形成された磁気記録媒体において、オフトラック特性は、グループとグループの間の凸部であるランドの幅 L_w と、グループの幅 G_w との割合に大きく依存しており、これらの比 L_w/G_w を適切な値とすることにより、オフトラック特性を向上することができるを見いだした。

40

【0015】本発明は、このような知見に基づいて成されたものであり、本発明に係る磁気記録媒体は、サーボ信号に対応した凹凸が形成されるとともに、記録トラックに沿ってグループが形成された磁気記録媒体であっ

50

て、グループとグループの間の凸部であるランドの幅 L_w と、グループの幅 G_w との比 L_w/G_w が2.0以上であることを特徴とするものである。ここで、トラックピッチを T_p とし、上記ランドと上記グループの境界における斜面部分の幅を t としたとき、上記比 L_w/G_w は、下記式(1-1)で示す範囲内であることが好まし*

$$L_w/G_w \leq (4/5 \times T_p + t) / (1/5 \times T_p - t) \cdots (1-1)$$

一方、本発明に係る磁気記録再生装置は、記録トラックに沿ってグループが形成された磁気記録媒体に対して磁気記録を行う記録用磁気ヘッドを備え、上記記録用磁気ヘッドのトラック幅 T が、グループとグループの間の凸部であるランドの幅 L_w 以上であり、トラックピッチ T_p とグループの幅 G_w の合計以下であることを特徴とするものである。

※

$$L_w + E_m \times 2 \leq T \leq T_p + G_w - E_m \times 2 \cdots (1-2)$$

また、本発明のディスク成型用金型の作製方法は、基材上に金属材料を被着して金属膜を形成する金属膜形成工程と、上記金属膜形成工程で形成された上記金属膜上にフォトリソを塗布し、フォトリソを所定のパターンに応じて露光および現像することにより、ビット及び/又はグループ相当部だけを残したレジストパターンを形成するカッティング工程と、上記カッティング工程で残された上記フォトリソをマスクとして上記金属膜に反応性イオンエッチングを施し、上記金属膜のうち上記フォトリソの上記ビット及び/又はグループ相当部と対応する部分を凸状に形成してディスク成型用金型とするエッチング工程とを備えることを特徴とする。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、本発明は以下の例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、材料や形状等を任意に変更可能であることは言うまでもない。

【0020】本実施の形態に係る磁気記録媒体は、プラスチックからなる2.5インチ径のディスク基板上に磁気記録層が形成された磁気ディスクであり、図1に示すように、サーボ信号に対応したビット1が形成されたサーボゾーン2と、記録トラックに沿ってグループ3が形成されたデータゾーン4とを有している。なお、図1において、黒い部分が凸部を示しており、その他の部分が凹部を示している。

【0021】そして、この磁気ディスクは、記録再生を行う前に、それらの凹部と凸部とで極性が逆となるように着磁する。これにより、サーボゾーン2に形成されたビット1の部分にサーボ信号が書き込まれる。

【0022】この磁気ディスクにおいて、データゾーン4には、図1のA-A線における断面図である図2に示すように、所定のトラックピッチ T_p にてグループ3が形成されており、グループ3とグループ3の間の丘状の領域がランド4となる。ここで、グループ3は、グルー

*く、具体的には、上記比 L_w/G_w は7.26以下であることが好ましい。なお、このような比 L_w/G_w の規定は、グループとランドの段差が100nm以上あるような磁気記録媒体に対して特に好適である。

【0016】

※【0017】ここで、上記ランドの幅を L_w 、上記グループの幅を G_w 、上記トラックピッチを T_p 、磁気記録時のサーボエラーマージンを E_m としたとき、上記記録用磁気ヘッドのトラック幅 T は、下記式(1-2)で示す範囲内であることが好ましい。

【0018】

ブ3とランド4の段差 t_0 が100nm以上となるように形成する。そして、この磁気ディスクでは、ランド4の中心がトラック中心となり、データ信号は、ランド4の部分を中心として記録される。

20 【0023】そして、本発明を適用した磁気ディスクでは、ランド4の幅 L_w と、グループの幅 G_w との比 L_w/G_w を2.0以上とする。ここで、ランド4やグループ3を完全に矩形状に形成することは困難であり、通常は、図2に示すように、ランド4とグループ3の境界が斜面になっている。そこで、以下の説明では、図2に示すように、ランド4の上面部分の幅を t_1 、グループ3の底面部分の幅を t_2 、ランド4とグループ3の境界における斜面部分の幅を t_3 とし、ランド4とグループ3の境界における斜面の中心をランド4とグループ3の境界とする。すなわち、本明細書では、 $t_1 + t_2$ をランド4の幅と称し、このランド4の幅を L_w としており、また、 $t_2 + t_3$ をグループ3の幅と称し、このグループ3の幅を G_w としている。

【0024】以上のような磁気ディスクについて、ランド4の幅 L_w とグループ3の幅 G_w との比 L_w/G_w と、オフトラック特性との関係を調べるために、ランド4の幅 L_w やグループ4の幅 G_w を変えて複数の磁気ディスクを作製した。

40 【0025】ここで、ディスク基板の凹凸パターンは、光ディスクの作製において通常使用されている方法と同様の方法を用いて形成した。すなわち、先ず、基準面となるガラス基板の表面にフォトリソを塗布し、このフォトリソ上にカッティングデータに基づいてグループパターンの露光を行った。そして、グループパターンを露光した後、フォトリソを現像し、グループパターンに対応したレジストパターンを形成した。次に、レジストパターン上にNiメッキを施し、その後、このNiメッキをレジストパターンから剝離するとともに、その裏面を研磨して所望の厚みに整えた。これがディスク基板の原盤となるディスク成型用金型となる。そし

て、このディスク成型用金型を用いて射出成型を行うことにより、上述のようなディスク基板を作製した。

【0026】ただし、このようにディスク基板を作製するにあたって、グループ3は、ディスク基板の全面にわたって形成するのではなく、ディスク基板の半径20.0mmから25.0mmの間の部分にだけ形成し、その他の部分は平坦なままとした。

【0027】そして、後述するオフトラック特性の評価では、グループ3が形成された磁気ディスクにおけるオフトラック特性を、半径24.0mmのところで測定した。また、後述するオフトラック特性の評価では、オフトラック特性を平坦な磁気ディスクにおけるオフトラック特性と比較するが、平坦な磁気ディスクにおけるオフトラック特性については、上述のように形成したディスク基板上の平坦な部分、すなわちディスク基板の半径20.0mmから25.0mmの間以外の部分におけるオフトラック特性を調べることで代用した。

【0028】そして、以上のように作製したディスク基板上に、Arをスパッタガスとして用いたスパッタリング法により、磁気記録層を形成した。ここで、磁気記録層は、磁性層の下地となる下地層と、Crからなる膜厚0.5nmの中間層が中間に配された磁性層と、磁性層を保護するために保護層とを、この順に積層して形成した。そして、このような磁気記録層上に更に潤滑剤層を形成して、磁気ディスクとした。

【0029】具体的には、下地層は、スパッタガス圧を0.1Pa、成膜速度を2nm/secとして、Crを10nm成膜して形成した。また、磁性層は、スパッタガス圧を0.1Pa、成膜速度を2nm/secとして、 $\text{Co}_{0.8}\text{Pt}_{0.2}\text{Cr}_{0.1}$ を24nm成膜して形成した。また、保護層は、スパッタガス圧を0.5Pa、成膜速度を0.5nm/secとして、Cを13nm成膜して形成した。また、潤滑剤層は、Fomblin Z-Dolをdipping法により、膜厚が2nm程度となるように形成した。

【0030】なお、以上のように作製された磁気ディスクについて、その磁気記録層の磁気特性を、振動試料型磁力計(VSM)を用いて測定したところ、残留磁化厚み $M_r \cdot t = 9 \text{ mA}$ 、保磁力 $H_c = 167 \text{ kA/m}$ 、保磁力角形比 $S^* = 0.8$ であった。

【0031】以上のような磁気ディスクについて、ランド4の幅 L_w やグループ3の幅 G_w を変えたときの特性を調べるために、第1乃至第3の実施例として、ランド4の幅 L_w とグループ3の幅 G_w との比 L_w/G_w を2.0以上とした磁気ディスクを作製するとともに、比較例として、ランド4の幅 L_w とグループ3の幅 G_w との比 L_w/G_w を2.0未満とした磁気ディスクを作製した。なお、以下の実施例及び比較例において、グループ4やランド3の形状を示す数値は、原子間力顕微鏡(AFM)を用いて実際に出来上がった磁気ディスクに

形成されたグループ4やランド3の形状を実測した値である。

【0032】実施例1

本実施例の磁気ディスクにおいて、グループ3とランド4の段差 t_1 は100nm、ランド4の上面の幅 t_2 は2.3 μm 、ランド4とグループ3の境界における斜面部分の幅 t_3 は0.3 μm 、グループ3の底面の幅 t_4 は0.9 μm である。このとき、ランド4の幅 $L_w = t_1 + t_2$ は2.6 μm であり、グループ3の幅 $G_w = t_3 + t_4$ は1.2 μm であり、これらの比 L_w/G_w は2.17である。

【0033】実施例2

本実施例の磁気ディスクにおいて、グループ3とランド4の段差 t_1 は100nm、ランド4の上面の幅 t_2 は2.5 μm 、ランド4とグループ3の境界における斜面部分の幅 t_3 は0.3 μm 、グループ3の底面の幅 t_4 は0.7 μm である。このとき、ランド4の幅 $L_w = t_1 + t_2$ は2.8 μm であり、グループ3の幅 $G_w = t_3 + t_4$ は1.0 μm であり、これらの比 L_w/G_w は2.80である。

【0034】実施例3

本実施例の磁気ディスクにおいて、グループ3とランド4の段差 t_1 は100nm、ランド4の上面の幅 t_2 は2.8 μm 、ランド4とグループ3の境界における斜面部分の幅 t_3 は0.3 μm 、グループ3の底面の幅 t_4 は0.4 μm である。このとき、ランド4の幅 $L_w = t_1 + t_2$ は3.1 μm であり、グループ3の幅 $G_w = t_3 + t_4$ は0.7 μm であり、これらの比 L_w/G_w は4.43である。

【0035】比較例1

本比較例の磁気ディスクにおいて、グループ3とランド4の段差 t_1 は100nm、ランド4の上面の幅 t_2 は2.0 μm 、ランド4とグループ3の境界における斜面部分の幅 t_3 は0.3 μm 、グループ3の底面の幅 t_4 は1.2 μm である。このとき、ランド4の幅 $L_w = t_1 + t_2$ は2.3 μm であり、グループ3の幅 $G_w = t_3 + t_4$ は1.5 μm であり、これらの比 L_w/G_w は1.53である。

【0036】オフトラック特性の評価

以上のように作製した磁気ディスクに対して実際に記録再生を行い、それらのオフトラック特性を測定した。

【0037】ここで、記録再生には、記録用磁気ヘッドとして機能するインダクティブ型磁気ヘッドと、再生用磁気ヘッドとして機能する磁気抵抗効果型磁気ヘッドとを組み合わせた複合磁気ヘッドを使用した。そして、インダクティブ型磁気ヘッドからなる記録用磁気ヘッドには、トラック幅が3.8 μm 、磁気ギャップの間隔が0.5 μm のものを使用し、磁気抵抗効果型磁気ヘッドからなる再生用磁気ヘッドには、トラック幅が3.0 μm 、磁気抵抗効果素子を挟持する磁気シールドの間隔が

0.36 μm のものを使用した。

【0038】また、上記複合磁気ヘッドは、磁気ディスクに対する当たりを確保するために、いわゆる50%ナノスライダに組み込んで使用した。ここで、当該スライダのスライダ長は2.0mm、スライダ幅は1.6mmとした。そして、記録再生は、磁気ディスクを線速7.36m/secにて回転させて行った。このとき、複合磁気ヘッドの浮上量は約60nmとなる。

【0039】そして、オフトラック特性の測定は、図3に示すように、記録用磁気ヘッドを用いて磁気ディスクにデータD1、D2、D3、D4、D5を書き込んだ後、再生用磁気ヘッド10でデータD3を再生することにより行った。

【0040】すなわち、まず、オフトラック特性の測定の対象となるトラック（以下、記録トラックと称する。）から、図3中の t_{11} 、 t_{12} に示すように、それぞれ1.52 μm ずらした左右2つのトラックに、記録用磁気ヘッドを用いて仮のデータD1、D2を書き込んだ。

【0041】次に、記録トラックに、検出するべきデータD3を、記録用磁気ヘッドを用いて書き込んだ。このとき、記録トラックに書き込まれた部分の幅 t_{13} は、記録用磁気ヘッドのトラック幅Tに相当し、3.8 μm である。なお、記録トラックに記録したデータD3のデータ長は9628 Bytesとした。

【0042】次に、記録用磁気ヘッドを、記録トラックの中心からトラックピッチTpの95%に相当する分の幅だけずらして、隣接した左右2つのトラックにデータD4、D5を上書きした。すなわち、図3中の t_{11} 、 t_{12} に示すように、記録トラックの中心から3.6 μm だけ離れた左右2つのトラックに、記録用磁気ヘッドを用いてデータD4、D5を上書きした。

【0043】そして、以上のようにデータが書き込まれた領域に対して、トラック幅 t_{13} が3.0 μm の再生用磁気ヘッド10を、記録トラックの中心から少しづつずらしながら再生を繰り返し行い、再生されたデータと、元の記録データとを比較して、ビットエラーレートを測定した。ここで、ビットエラーレートの基準は 10^{-7} とした。すなわち、 10^{-7} のビットエラーレートを満足する最大オフトラック量を評価の基準とした。なお、以下の説明では、 10^{-7} のビットエラーレートを満足する最大オフトラック量のことを、単に最大オフトラック量と称する。そして、グループ3が形成されておらずディスク表面が平面の場合、最大オフトラック量は約1.3 μm であった。

【0044】比較例として作製した磁気ディスクについて、上述のようにビットエラーレートを測定した結果を図4に示す。なお、図4において、横軸は、オフトラック量、すなわち再生用磁気ヘッドのずれ量について、記録トラックに対して左側に再生用磁気ヘッド10がずれ

たときに最大オフトラック量を示す位置を0として示している。

【0045】図4からも分かるように、比較例の磁気ディスクでは、最大オフトラック量が約1.28 μm であった。このように、比較例の磁気ディスクでは、グループ3が形成されておらずディスク表面が平面のときよりも最大オフトラック量が小さくなっており、オフトラック特性が悪くなっている。

【0046】そして、実施例1乃至実施例3として作製した磁気ディスクについても同様に最大オフトラック量を測定した。それらの測定結果を比較例とともにグラフにまとめたものを図5に示す。

【0047】なお、図5において、横軸はランド4の上面の幅 t_1 を示しており、縦軸は最大オフトラック量を示している。そして、H1が比較例の磁気ディスク、J1が実施例1の磁気ディスク、J2が実施例2の磁気ディスク、J3が実施例3の磁気ディスクをそれぞれ示している。

【0048】そして、ディスク表面が平面の場合のときの最大オフトラック量は約1.3 μm であったので、ディスク表面が平面の場合よりもオフトラック特性が向上するのは、ランド4の上面の幅 t_1 が約2.23 μm 以上のときであることが図5から分かる。

【0049】ランド4の上面の幅 t_1 が2.23 μm というのは、ランド4の幅 $Lw = t_1 + t_2$ が2.26 μm 、グループ3の幅 $Gw = t_2 + t_3$ が1.27 μm に相当し、これらの比 Lw/Gw は1.99となる。すなわち、この比 Lw/Gw が、約2.0以上であれば、ディスク表面が平面の場合のときよりも最大オフトラック量が大きくなり、オフトラック特性が向上することとなる。

【0050】以上のことから、ランド4の幅 Lw とグループ3の幅 Gw との比 Lw/Gw が約2.0以上のときにオフトラック特性が向上することが分かったが、このような特性は、少なくともランド4の全体が記録用磁気ヘッドによってカバーされたときに始めて実現される。そして、記録用磁気ヘッドがランド4を必ずカバーするためには、ランド4の幅 Lw よりも記録用磁気ヘッドのトラック幅Tが大きいたることが必要である。したがって、グループ3が形成された磁気ディスクに対して記録再生を行う磁気記録再生装置では、記録用磁気ヘッドのトラック幅Tを、ランド4の幅 Lw よりも大きくすることが必要となる。

【0051】一方、図6に示すように、記録用磁気ヘッド11のトラック幅Tが、ランド4の幅 Lw と、ランド4の右側に形成されたグループ3の幅 Gw と、ランド4の左側に形成されたグループ3の幅 Gw との合計よりも大きくなると、必ず隣のトラックのランド4の部分にもデータを書き込むようになってしまう。ここで、ランド4の幅 Lw とグループ3の幅 Gw との合計は、トラック

ピッチ T_p に相当する。したがって、記録用磁気ヘッド11のトラック幅 T は、トラックピッチ T_p とグループ3の幅 G_w の合計以下であることも必要である。

【0052】以上をまとめると、記録トラックに沿ってグループ3が形成された磁気ディスクに対して磁気記録を行う記録用磁気ヘッドを備えた磁気記録再生装置では、記録用磁気ヘッドのトラック幅 T が、ランド4の幅 L_w 以上であり、且つ、トラックピッチ T_p とグループ3の幅 G_w の合計以下であることが望ましい。

【0053】更に、実際の磁気記録再生装置を考えると、記録用磁気ヘッドのトラック幅 T がランド4の上面の幅 t_1 と同じでは、書き込み時に記録用磁気ヘッドにサーボエラーが生じたときに、直ぐにランド4の部分をカバーできなくなってしまう。したがって、ランド4の部分を十分にカバーするためには、記録時のサーボエラーを加味して、記録用磁気ヘッドのトラック幅 T を、ランド4の上面の幅 t_1 よりも、若干広くしておいたほうが好ましく、具体的には、記録用磁気ヘッドのトラック幅 T に、記録時のサーボエラーマージンの2倍程度の幅*

$$L_w + E_m \times 2 \leq T \leq T_p + G_w - E_m \times 2 \quad \dots (2-3)$$

ところで、上述のように、サーボエラーに関わらず記録用磁気ヘッドがランド4の部分をカバーするようにするためには、記録用磁気ヘッドのトラック幅 T を $(t_1 + E_m \times 2)$ 以上とする必要がある。そして、通常の磁気記録再生装置では、記録用磁気ヘッドのサーボエラーマージンは、トラックピッチ T_p の1/10以下程度が目安となる。したがって、記録用磁気ヘッドのトラック幅 T は、 $(t_1 + T_p/5)$ 以上とする必要がある。

【0058】そして、隣接するトラックのランド4の部分に記録用磁気ヘッドが侵入することは許されないの
で、トラック幅 T が $(t_1 + T_p/5)$ とされた記録用*

$$L_w/G_w \leq (4/5 \times T_p + t_1) / (1/5 \times T_p - t_1)$$

そして、上述の例では、トラックピッチ $T_p = 3.8 \mu m$ であり、ランド4とグループ3の境界における斜面部分の幅 $t_1 = 0.3 \mu m$ であるので、上記式(2-5)から、ランド4の幅 L_w とグループ3の幅 G_w との比 L_w/G_w は、7.26以下であることが好ましいこととなる。

【0061】ただし、上記式(2-5)は、トラックピッチ T_p の値に関わらず、一般に言えることである。したがって、本発明は、トラックピッチ T_p を $3.8 \mu m$ とした上述の各実施例に限定されるものではない。

【0062】なお、このような比 L_w/G_w の規定は、図8に示すように、ランド101とグループ102の境界における斜面103と、ランド101とのなす角度 θ が 90° 以上、 105° 以下であるような磁気ディスクに対して特に好適である。 θ が 90° 以上、 105° 以下のとき、オフトラック特性がより優れた磁気ディスクが得られる。

*を加えたおいたほうが好ましい。

【0054】したがって、記録時のサーボエラーマージンを E_m としたとき、記録用磁気ヘッドのトラック幅 T は、下記式(2-1)を満たすようにすることが好ましい。

$$【0055】 t_1 + E_m \times 2 \leq T \quad \dots (2-1)$$

一方、記録用磁気ヘッドのトラック幅 T が広すぎると、隣接するトラックのランド4の部分に侵入してしまうため、当該トラック幅 T は、トラックピッチ T_p にグループ3の幅 G_w を加えたものよりも小さくする必要がある。そして、このときも、記録時のサーボエラーを加味する必要があり、記録用磁気ヘッドのトラック幅 T は、下記式(2-2)を満たすようにすることが好ましい。

【0056】

$$T \leq T_p + G_w - E_m \times 2 \quad \dots (2-2)$$

したがって、上記式(2-1)及び(2-2)から、記録用磁気ヘッドのトラック幅 T は、下記式(2-3)を満たすように設定することが好ましいこととなる。

【0057】

※磁気ヘッドを用いる場合には、図7からも分かるように、下記式(2-4)を満たす必要がある。

【0059】

$$t_1 + t_2 + t_3 \geq T_p/5 \quad \dots (2-4)$$

ここで、ランド4の幅 L_w は $(t_1 + t_2)$ で表され、グループ3の幅 G_w は $(t_2 + t_3)$ で表されるので、上記式(2-4)から、ランド4の幅 L_w とグループ3の幅 G_w との比 L_w/G_w は、下記式(2-5)を満たす必要があることが分かる。

【0060】

$$\dots (2-5)$$

【0063】後述するように、このような磁気ディスクの基板は射出成型により作製されるため、 θ が 90° 以下にはならない。また θ が 105° 以上であると、オフトラック特性が悪くなってしまう。

【0064】 θ が 90° 以上、 105° 以下である磁気ディスクの基板は、以下のようなディスク成型用金型を用いて射出成型することにより作製される。

【0065】上記ディスク成型用金型は、基材と基材上に形成された金属膜とからなる。そして上記ディスク成型用金型の作製方法は、金属膜形成工程と、カッティング工程と、エッチング工程とを備える。

【0066】金属膜形成工程では、基材上に金属材料を被着して金属膜を形成し、この金属膜表面に研磨を施し鏡面とする。

【0067】この金属材料としては、イオンプラズマに対して反応性を有するものが好ましく、具体的にはTiなどがあげられる。

【0068】カッティング工程では、上記金属膜形成工程で形成された上記金属膜上にフォトレジストを塗布し、上記フォトレジストを所定のパターンに応じて露光および現像する。上記所定のパターンに応じてビット及びグループ相当部だけを残したレジストパターンが形成される。

【0069】エッチング工程では、上記カッティング工程で残された上記フォトレジストをマスクとして、上記金属膜に反応性イオンエッチングを施す。上記金属膜のうち上記フォトレジストの上記ビット及びグループ相当部と対応する部分が凸状に形成されてディスク成型用金型となる。

【0070】上記反応性イオンエッチングは、BCl₃などの反応性ガスプラズマを利用し、金属膜の金属との化学反応によりエッチングを行う化学的エッチングである。

【0071】Tiは、BCl₃などの気体との化学反応によりエッチングが可能である。そして本発明のように基材にTi膜を形成した場合、イオンを金属膜上に叩き付けて溝をはる従来の物理的エッチングに比べて、反応性イオンエッチングは凹凸をよりシャープに形成することができる。

【0072】以上のような方法により、ディスク成型用金型を作製した。このディスク成型用金型を用いて射出成型によりディスク基板を作製し、ディスク基板上に磁気記録層を形成して磁気ディスクを作製した。

【0073】実施例4

まず、Arをスパッタガスとして用いたスパッタリング法により、基材上にTi膜を形成した。

【0074】具体的には、真空度 5×10^{-5} Pa、スパッタガス圧0.2 Pa、投入電力800 W、成膜速度 $1.0 \mu\text{m}/3000 \text{ s}$ の条件下で行った。

【0075】次に、その表面に研磨を施し鏡面とした上記Ti膜上に、フォトレジストを塗布した。

【0076】上記フォトレジストを所定のパターンに応じて露光および現像することにより、所定のパターンに応じてビット及びグループ相当部だけを残したレジストパターンを形成した。

【0077】残された上記フォトレジストをマスクとして、上記Ti膜にエッチングを施した。上記Ti膜のうち上記フォトレジストの上記ビット及びグループ相当部と対応する部分を凸状に形成してディスク成型用金型とした。

【0078】具体的には、エッチングは、BCl₃の反応性ガスプラズマイオンによる化学的エッチングである。ArとBCl₃との圧力比は1:5、ガス圧 2×10^{-4} Torr、イオンビームの入射角 75° 、加速電圧 $100 \text{ mA}/300 \text{ V}$ 、マグネット電流2 Aの条件下で行った。

【0079】このようにして作製されたディスク成型用

金型を用いてプラスチックを射出成型することによりディスク基板を作製した。

【0080】そして、以上のように作製したディスク基板上に、Arをスパッタガスとして用いたスパッタリング法により、磁気記録層を形成した。ここで、磁気記録層は、磁性層の下地となる下地層と、Crからなる膜厚0.5 nmの中間層が中間に配された磁性層と、磁性層を保護するために保護層とを、この順に積層して形成した。そして、このような磁気記録層上に更に潤滑剤層を形成して、磁気ディスクとした。

【0081】具体的には、下地層は、スパッタガス圧を0.1 Pa、成膜速度を $2 \text{ nm}/\text{sec}$ として、Crを10 nm成膜して形成した。また、磁性層は、スパッタガス圧を0.1 Pa、成膜速度を $2 \text{ nm}/\text{sec}$ として、Co₈₀Pt₂₀Cr₁₀を24 nm成膜して形成した。また、保護層は、スパッタガス圧を0.5 Pa、成膜速度を $0.5 \text{ nm}/\text{sec}$ として、Cを13 nm成膜して形成した。また、潤滑剤層は、Fomblin Z-Dolをdipping法により、膜厚が2 nm程度となるように形成した。

【0082】なお、以上のように作製された磁気ディスクについて、その磁気記録層の磁気特性を、振動試料型磁力計(VSM)を用いて測定したところ、残留磁化厚み $M_r \cdot t = 9 \text{ mA}$ 、保磁力 $H_c = 167 \text{ kA}/\text{m}$ 、保磁力角形比 $S' = 0.8$ であった。

【0083】実施例4の磁気ディスクにおいて、グループ102とランド101の段差 t_{102} は200 nm、ランド101の上面の幅 t_{101} は $3.77 \mu\text{m}$ 、ランド101とグループ102の境界における斜面103の幅 t_{103} は $0.03 \mu\text{m}$ 、グループ102の底面の幅 t_{102} は $0.97 \mu\text{m}$ である。このとき、ランド101の幅 $L_w = t_{101} + t_{103}$ は $3.80 \mu\text{m}$ であり、グループ102の幅 $G_w = t_{102} + t_{103}$ は $1.00 \mu\text{m}$ であり、これらの比 L_w/G_w は3.80である。

【0084】なお、グループ102やランド101の形状を示す数値は、原子間力顕微鏡(AFM)を用いて実際に出来上がった磁気ディスクに形成されたグループ102やランド101の形状を実測した値である。

【0085】比較例2

まず、Arをスパッタガスとして用いたスパッタリング法により、基材上にIr膜を形成した。

【0086】具体的には、真空度 5×10^{-5} Pa、スパッタガス圧0.2 Pa、投入電力800 W、成膜速度 $1.0 \mu\text{m}/3000 \text{ s}$ の条件下で行った。

【0087】次に、その表面に研磨を施し鏡面とした上記Ir膜上に、フォトレジストを塗布した。

【0088】上記フォトレジストを所定のパターンに応じて露光および現像することにより、所定のパターンに応じてビット及びグループ相当部だけを残したレジストパターンを形成した。

【0089】残された上記フォトレジストをマスクとして、上記1r膜にエッチングを施した。上記1r膜のうち上記フォトレジストの上記ビット及びグループ相当部と対応する部分を凸状に形成してディスク成型用金型とした。

【0090】具体的には、エッチングは、イオンを叩きつけて溝を掘る物理的エッチングであり、Ar圧 2×10^{-4} Torr、イオンビームの入射角 75° 、加速電圧100mA/300V、マグネット電流2Aの条件下で行った。

【0091】このようにして作製されたディスク成型用金型を用いてプラスチックを射出成型することによりディスク基板を作製した。

【0092】そして、以上のように作製したディスク基板上に、実施例と同様にして磁気記録層を形成し、磁気記録層上に更に潤滑剤層を形成して、磁気ディスクとした。

【0093】比較例2の磁気ディスクにおいて、グループ102とランド101の段差 t_{100} は200nm、ランド101の上面の幅 t_{101} は3.38 μ m、ランド101とグループ102の境界における斜面103の幅 t_{102} は0.56 μ m、グループ102の底面の幅 t_{102} は0.30 μ mである。このとき、ランド101の幅 $Lw = t_{101} + t_{102}$ は3.94 μ mであり、グループ102の幅 $Gw = t_{102} + t_{102}$ は0.86 μ mであり、これらの比 Lw/Gw は4.58である。

【0094】オフトラック特性の評価

以上のように作製した磁気ディスクに対して実際に記録再生を行い、それらのオフトラック特性を測定した。

【0095】ここで、記録再生には、記録用磁気ヘッドとして機能するインダクティブ型磁気ヘッドと、再生用磁気ヘッドとして機能する磁気抵抗効果型磁気ヘッドとを組み合わせた複合磁気ヘッドを使用した。そして、インダクティブ型磁気ヘッドからなる記録用磁気ヘッドには、トラック幅が4.4 μ m、磁気ギャップの間隔が0.5 μ mのものを使用し、磁気抵抗効果型磁気ヘッドからなる再生用磁気ヘッドには、トラック幅が3.6 μ m、磁気抵抗効果素子を挟持する磁気シールドの間隔が0.36 μ mのものを使用した。

【0096】また、上記複合磁気ヘッドは、磁気ディスクに対する当たりを確保するために、いわゆる50%ナノスライダーに組み込んで使用した。ここで、当該スライダーのスライダー長は2.0mm、スライダー幅は1.6mmとした。そして、記録再生は、磁気ディスクを線速7.36m/secにて回転させて行った。このとき、複合磁気ヘッドの浮上量は約60nmとなる。

【0097】そして、オフトラック特性の測定は、図9に示すように、記録用磁気ヘッドを用いて磁気ディスクにデータD101、D102、D103、D104、D105を書き込んだ後、再生用磁気ヘッド104でデ-

タD103を再生することにより行った。

【0098】すなわち、先ず、オフトラック特性の測定の対象となるトラック（以下、記録トラックと称する。）から、図9中の t_{111} 、 t_{112} に示すように、それぞれ1.92 μ mずらした左右2つのトラックに、記録用磁気ヘッドを用いて仮のデータD101、D102を書き込んだ。

【0099】次に、記録トラックに、検出するべきデータD103を、記録用磁気ヘッドを用いて書き込んだ。

このとき、記録トラックに書き込まれた部分の幅 t_{111} は、記録用磁気ヘッドのトラック幅 T に相当し、4.4 μ mである。なお、記録トラックに記録したデータD103のデータ長は8528Bytesとした。

【0100】次に、記録用磁気ヘッドを、記録トラックの中心からトラックピッチ Tp の95%に相当する分の幅だけずらして、隣接した左右2つのトラックにデータD104、D105を上書きした。すなわち、図9中の t_{111} 、 t_{112} に示すように、記録トラックの中心から4.56 μ mだけ離れた左右2つのトラックに、記録用磁気ヘッドを用いてデータD104、D105を上書きした。

【0101】そして、以上のようにデータが書き込まれた領域に対して、トラック幅 t_{111} が3.6 μ mの再生用磁気ヘッド104を、記録トラックの中心から少しづつずらしながら再生を繰り返して行い、再生されたデータと、元の記録データとを比較して、ビットエラーレートを測定した。ここで、ビットエラーレートの基準は 10^{-7} とした。すなわち、 10^{-7} のビットエラーレートを満足する最大オフトラック量を評価の基準とした。

【0102】実施例4の磁気ディスク、比較例2の磁気ディスクについて、オフトラック量を測定した結果をそれぞれ図10、図11に示す。

【0103】また、図12は、ランド101上面の幅 t_{101} に対する最大オフトラック量の理論曲線である。実線Aおよび実線Bは、それぞれ実施例4および比較例2のディスク成型用金型を用いて作製された磁気ディスクについての理論曲線である。また、実線Cは、表面が平面である磁気ディスクについての理論曲線である。

【0104】比較例2の磁気ディスクは、ランド上面の幅 t_{101} が3.38 μ mであり、最大オフトラック量が1.34 μ mであった。この結果は図12の理論曲線とほぼ一致している。図12より、比較例2の磁気ディスクは、表面が平面の磁気ディスクよりも最大オフトラック量がかなり小さく、オフトラック特性が悪くなった。

【0105】一方、実施例4の磁気ディスクは、ランド上面の幅 t_{101} が3.77 μ mであり、最大オフトラック量が1.59 μ mであった。この結果は図12の理論曲線とほぼ一致している。図12より、実施例4の磁気ディスクは、表面が平面の磁気ディスクよりも最大オフ

トラック量が大きく、優れたオフトラック特性が得られた。

【0106】比較例2および実施例4の結果は、図12の理論曲線とはほぼ一致しており、ランド上面の幅 $t_{1,0}$ を変えて同様に実験を行っても、理論曲線と近似した結果が得られるものと類推される。

【0107】図12からも明らかなように、Ti膜を形成し、反応性イオンエッチングにより作製されたディスク成型用金型を用いて作製された磁気ディスクは、表面が平面の磁気ディスクよりも優れたオフトラック特性をもつことがわかった。

【0108】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、記録トラックに沿ってグループが形成された磁気記録媒体として、記録再生時に磁気ヘッドの浮上量変動が少なくて済み、オフトラック特性に優れた磁気記録媒体、並びに、そのような磁気記録媒体に対して記録再生を良好に行うことができる磁気記録再生装置を提供することができる。そして、本発明によれば、オフトラック特性を改善できるので、更なる高トラック密度化を図ることが可能となる。さらに、本発明によれば、ビットやグループが予め形成された磁気ディスクに、ディスク表面が平面のときよりも優れたオフトラック特性を付与することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した磁気ディスクの一例について、そのデータゾーン及びサーボゾーンの凹凸の様子を模式的に示す平面図である。

【図2】図1のA-A線におけるデータゾーン及びサーボゾーンの凹凸の様子を模式的に示す断面図である。

【図3】ビットエラーレート測定時の記録パターンを模

*式的に示す図である。

【図4】再生用磁気ヘッドのオフトラック量と、ビットエラーレートとの関係を測定した結果を示す図である。

【図5】ランド上面の幅 t_1 と、最大オフトラック量との関係を示した図である。

【図6】トラック幅Tが大きすぎる記録用磁気ヘッドと、ランド及びグループとの関係を示す図である。

【図7】トラック幅Tが $(t_1 + T_p/5)$ とされた記録用磁気ヘッドと、ランド及びグループとの関係を示す図である。

【図8】本発明を適用した磁気ディスクの一例について、そのデータゾーン及びサーボゾーンの凹凸の様子を模式的に示す断面図である。

【図9】ビットエラーレート測定時の記録パターンを模式的に示す図である。

【図10】再生用磁気ヘッドのオフトラック量と、ビットエラーレートとの関係を測定した結果を示す図である。

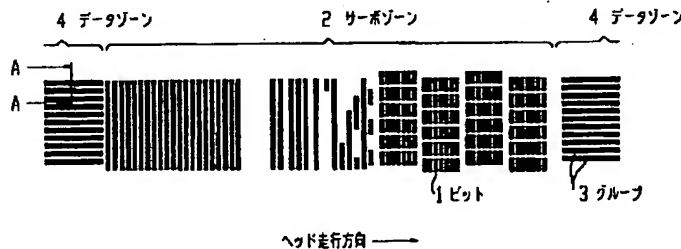
【図11】再生用磁気ヘッドのオフトラック量と、ビットエラーレートとの関係を測定した結果を示す図である。

【図12】ランド上面の幅 $t_{1,0}$ と、最大オフトラック量との関係を示した図である。

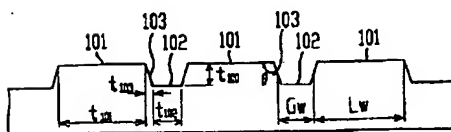
【符号の説明】

1 ビット、2 サーボゾーン、3 グループ、4 データゾーン、10 再生用磁気ヘッド、11 記録用磁気ヘッド、Lw ランドの幅、Gw グループの幅、 t_1 、 $t_{1,0}$ ランド上面の幅、 t_2 、 $t_{2,0}$ グループ底面の幅、 t_3 、 $t_{3,0}$ ランドとグループの境界における斜面部分の幅

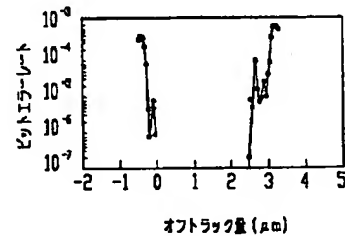
【図1】



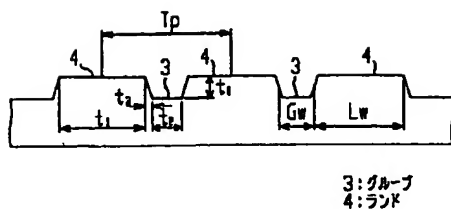
【図8】



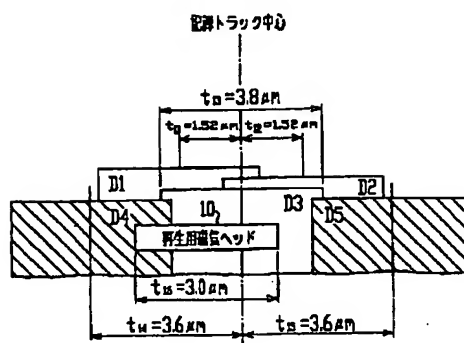
【図4】



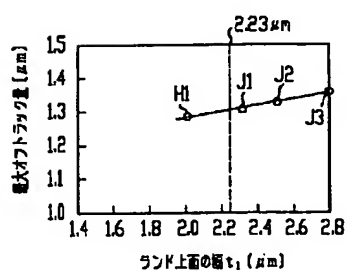
【図2】



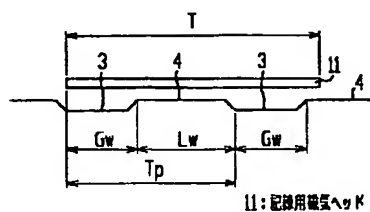
【図3】



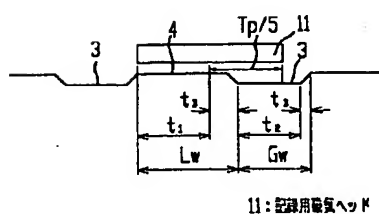
【図5】



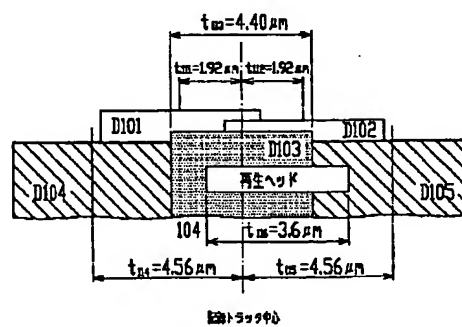
【図6】



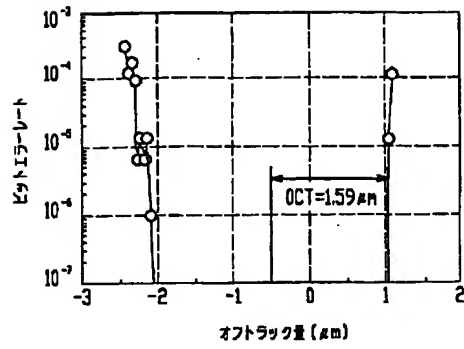
【図7】



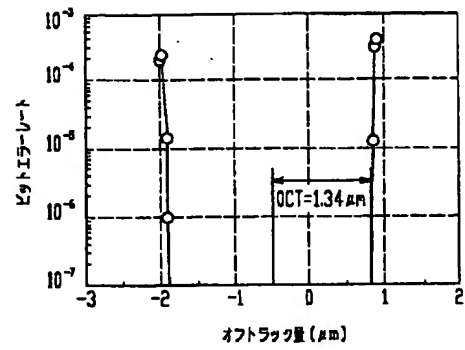
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

